

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許出願公告番号

特公平7-68601

(24)(44)公告日 平成7年(1995)7月26日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00	3 0 1 A			
C 2 1 D 8/02	A	7217-4K		
9/46	T			
C 2 2 C 38/14				

発明の数2(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-165399  
 (62)分割の表示 特願昭60-298542の分割  
 (22)出願日 昭和60年(1985)12月29日  
 (65)公開番号 特開平6-172920  
 (43)公開日 平成6年(1994)6月21日

(71)出願人 000001199  
 株式会社神戸製鋼所  
 兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号  
 (72)発明者 細田卓夫  
 兵庫県明石市魚住町錦ヶ丘2丁目5-14  
 (72)発明者 高橋康夫  
 兵庫県神戸市中央区花隈町12-1  
 (72)発明者 橋本俊一  
 兵庫県神戸市垂水区神陵台9-23-13  
 (72)発明者 三村和弘  
 兵庫県加古川市平岡町二俣1012  
 (74)代理人 弁理士 植木 久一 (外1名)

審査官 影山 秀一

(54)【発明の名称】 高強度熱間圧延鋼板及びその製造法

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、C:0.05~0.2%、Si:0.01~0.5%、Mn:0.8~1.8%、S:0.01%以下、P:0.03%以下、Al:0.01~0.08%、Nb:0.02~0.04%、Ti:0.1~0.15%、N:0.01%以下を含み、更にCa:0.0005~0.01%及びREM:0.005~0.1%からなる群から選ばれた少なくとも1種を含み、残部が鉄及び不可避免の不純物からなり、面積率で40~95%のポリゴナルフェライトと5~60%のベイナイトとの混合組織を有すると共に、引張強さ70kgf/mm<sup>2</sup>以上、(引張強さ)×(伸び)≥1700kgf/mm<sup>2</sup>・%以上を示すものであることを特徴とする加工性の優れた高強度熱間圧延鋼板。

【請求項2】 重量%で、C:0.05~0.2%、S

2

i:0.01~0.5%、Mn:0.8~1.8%、S:0.01%以下、P:0.03%以下、Al:0.01~0.08%、Nb:0.02~0.04%、Ti:0.1~0.15%、N:0.01%以下を含み、更にCa:0.0005~0.01%及びREM:0.005~0.1%からなる群から選ばれた少なくとも1種を含み、残部が鉄及び不可避免の不純物からなる鋼を、1200℃以上1300℃以下に加熱して熱間圧延を行った後、575℃以下400℃超で巻き取ることにより、面積率で40~95%のポリゴナルフェライトと5~60%のベイナイトとの混合組織を有すると共に、引張強さ70kgf/mm<sup>2</sup>以上、(引張強さ)×(伸び)≥1700kgf/mm<sup>2</sup>・%以上を示す鋼板を製造することを特徴とする加工性の優れた高強度熱間圧延鋼板の製造法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は加工性の優れた高強度熱間圧延鋼板とその製造法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、各種構造物を軽量化するために、特に引張強度を高めた高強度熱間圧延鋼板を使用することが要求されてきており、そのための研究開発が種々検討されている。例えば、特開昭57-101649号公報に示されているように、Nbを0.01~0.08%（以下、特記しない限り重量%を表わす）及びTiを0.01~0.08%含む鋼についてフェライト及びベイナイトの面積比率を適当に制御することにより、引張強度が50kgf/mm<sup>2</sup>以上、70kgf/mm<sup>2</sup>未満で加工性のよい高強度熱間圧延鋼板を得ることができるとされている。

【0003】しかし、最近になって、更に引張強度の高い、すなわち70kgf/mm<sup>2</sup>以上の引張強度をもち、しかも延性及びその他の加工性の良好な高強度熱間圧延鋼板の開発が望まれるようになり、従来の高強度熱間圧延鋼板では対応できなくなった。例えば、前述のNb:0.01~0.08%及びTi:0.01~0.08%を含む鋼の場合、Nb、Tiがその範囲内ではベイナイト面積率の制御が困難となるため、高強度化につれて延性その他の加工性が大きく劣化してしまうという欠点がある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記従来技術の欠点を解消し、優れた加工性を保持しながら70kgf/mm<sup>2</sup>以上の引張強度を有する熱間圧延鋼板を提供し、またかかる熱間圧延鋼板を容易に製造し得る方法を提供することを目的とするものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明者らは、先に例示したNb、Ti含有鋼からなる高強度熱間圧延鋼板の製造について高強度化に伴い加工性の劣化をもたらす原因究明に努め、新たな方策について種々検討した結果、特にNb及びTiの添加量を更に厳密に規制すると共に、得られる組織をポリゴナルフェライト+ベイナイトの二相型とし、かつその両相の面積比率を適切に制御することにより、加工性の優れた引張強度70kgf/mm<sup>2</sup>以上の高強度熱間圧延鋼板を得ることができることを見出し、またそのための適切な製造条件を見出した。

【0006】すなわち、一般に上記のような鋼においてNbを析出強化のために添加していくと延性が急激に劣化するが、この挙動を詳細に調査したところ、図1に示すように、Nb:0.02~0.04%の範囲で最も良好なT.S.×E1.バランス（但し、T.S.:引張強度(kgf/mm<sup>2</sup>)、E1:伸び(%)）を有する

ことを見出した。これはNb<0.02%ではNbの添加効果を十分引き出すことができないために強度が低くなり、逆にNb>0.04%では、ベイナイト量を面積率で60%以下に制御することが困難となったため、延性が劣化したことによるものと考えられる。

【0007】そこで、Nb添加量を0.02~0.04%の範囲で規制し、強度不足分を延性の劣化の少ないTiで補償することにより、E1.及び伸びフランジ性等の加工性の優れた引張強さ70kgf/mm<sup>2</sup>以上の高強度熱間圧延鋼板を得る技術を確立したものであり、いわば、本発明鋼はベイナイトによる組織強化とNb及びTiによる析出強化による複合強化鋼であって、特に、NbおよびTiの添加量を適当に厳しく調整することによって優れた加工性を保持しながら70kgf/mm<sup>2</sup>以上の高強度を得ることに成功したものである。勿論、併せて、かかる高強度熱間圧延鋼板を得るうえで他の成分及びその範囲並びに製造条件等についても詳細に検討し、規制すべき要件を見出した。

【0008】すなわち、本発明の要旨とするところは、C:0.05~0.2%、Si:0.01~0.5%、Mn:0.8~1.8%、S:0.01%以下、P:0.03%以下、Al:0.01~0.08%、Nb:0.02~0.04%、Ti:0.1~0.15%、N:0.01%以下を含み、更にCa:0.0005~0.01%及びREM:0.005~0.1%からなる群から選ばれた少なくとも1種を含み、残部が鉄及び不可避免的な不純物からなり、面積率で40~95%のポリゴナルフェライトと5~60%のベイナイトとの混合組織を有すると共に、引張強さ70kgf/mm<sup>2</sup>以上、（引張強さ）×（伸び）≥1700kgf/mm<sup>2</sup>・%以上を示す加工性の優れた高強度熱間圧延鋼板である。

【0009】また、その製造法は、上記化学成分を有する鋼を1200℃以上1300℃以下に加熱して熱間圧延を行った後、575℃以下400℃超で巻き取るところに要旨を有する。

【0010】なお、本発明にいうベイナイト組織とは、いわゆるベイナイト相のほか、アシキュラーフェライトと称せられる組織など、金属組織学的にベイナイトと明確な区別がなく、ベイナイトと実質的に同じ組織とみなし得る組織の総称である。以下に本発明を更に詳細に説明する。

## 【0011】

【作用】まず、本発明による鋼の化学成分の限定理由について以下に説明する。Cは、鋼の強化及び焼き入れ性を高めるために添加され、この効果を有効に発揮させるために、少なくとも0.05%を添加することが必要である。しかし、過多に添加すると延性及び伸びフランジ性が劣化するので、添加量の上限を0.2%とする。

【0012】Siは、ポリゴナルフェライトの生成を促し、本発明による混合組織を得るために有効な元素であ

り、更に、強度及び延性を高めるのに好適な元素である。このため、0.01%以上の添加を必要とする。但し、過多に添加すればスケール疵により表面性状を劣化させるので、本発明においては、Siの添加量は0.01%以上、0.5%以下とする。

【0013】Mnは、低C化による強度低下の補償、及び鋼の焼き入れ性を高め未変態のオーステナイトをベイナイトに変態させるのに必要であり、少なくとも0.8%の添加を必要とする。しかし、1.8%を超えて多量に添加することは、帯状組織を生成させ、圧延直角方向の延性を劣化させる。したがって、本発明においては、Mnは0.8~1.8%の範囲で添加される。

【0014】Pは、これを0.03%を超えて多量に含有させると、絞り加工後の遷移温度を上昇させるので、0.03%以下の範囲とする。Sは、これを0.01%を超えて多量に含有させると伸びフランジ性を劣化させるので、0.01%以下の範囲とする。Alは、鋼の溶製時の脱酸剤として添加され、その範囲は、0.01~0.08%である。

【0015】Nbは、熱間圧延後の変態挙動に影響を与え、ベイナイト組織を生成させるのに有効である。更に、析出強化の作用も有し、鋼を高強度化するのに有効である。このため、0.02%以上の添加を必要とする。しかし、過多に添加すると延性が急激に劣化するので、添加量の上限を0.04%とする。Nbをこの範囲(0.02~0.04%)に規制するとT.S.×E1.バランスが最も良好となり、後述のTi添加効果を十分に発揮させることができ、Nb及びTiの相乗効果をもたらす。

【0016】Tiは、析出強化の作用を有し、鋼を高強度化するのに有効であり、所要の強度を得るためには、Nb0.02~0.04%のもとで、0.1%以上の添加が必要である。しかし、過多に添加すると、延性が劣化すると共に上記効果が飽和して経済的にも不利であるので、添加量の上限は0.15%とする。Nは、多量に含有させると、加工性が劣化するため、0.01%以下とする。

【0017】更に、本発明においては、Ca及びREM(希土類元素)よりなる群から選ばれた少なくとも1種の元素を添加する。これらの元素は、硫化物の形態を制御し、介在物を無害化して、成形性を高める効果があ

る。このような効果を有効に発揮させるには、Caについては少なくとも0.0005%、REMについては少なくとも0.005%を添加することが必要である。添加量の上限は、通常、Caについては0.01%、REMについては0.1%である。

【0018】次に、上記化学成分を有する鋼を製造するに当っては、Nb及びTiの溶体化のために1200℃以上の温度に加熱し、通常の方法に従って熱間圧延した後、必要とするベイナイト面積率(5~60%)を得るために575℃以下の温度まで冷却して巻き取る必要がある。

【0019】なお、1300℃より高い温度に加熱すると加熱炉における燃料コストが増大し、耐火物の負荷が大きくなるほか、結晶粒が粗大化し強度が低下する問題があるので好ましくない。また、巻取温度が400℃以下では伸びが低下し特にT.S.×E1.バランスが劣るので好ましくない。

【0020】また、本発明において、ポリゴナルフェライト+ベイナイトの二相混合組織におけるベイナイト面積率を5~60%に規制するのは、T.S.×E1.バランスを最も良好な状態(T.S.×E1.≥1700)に保ち、所要の高強度(T.S.≥70kgf/mm<sup>2</sup>)と優れた加工性(延性、伸びフランジ性等々)を確保するためである。次に本発明の実施例を示す。

#### 【0021】

【実施例】表1に示す化学成分を有する鋼を溶製し、表2及び表3に示す熱延条件で熱間圧延して巻き取り、熱間圧延鋼板を製造した。なお、表1において供試鋼No.1、4及び7は本発明鋼であり、他の供試鋼はいずれも本発明の化学成分範囲外のものであって、No.2及び3はNb量が、No.5及び6はTi量がそれぞれ本発明範囲外であるが、全供試鋼ともN量は0.01%以下である。また、表2に示した熱延条件は本発明の範囲内の条件であるが、表3に示した熱延条件は本発明範囲外の条件である。

【0022】得られた各熱間圧延鋼板について、ベイナイト面積率を調べると共に引張特性及び孔拡張率λを求め、また強度-伸びバランス(T.S.×E1.)を求めた。これらを表2及び表3に併記する。

#### 【0023】

##### 【表1】

表1 供試鋼の化学成分 (wt%)

供試鋼No.	C	Si	Mn	P	S	Al	Nb	Ti	その他	備考
1	0.09	0.05	1.30	0.012	0.003	0.035	0.02	0.12	Ca:0.0035	本発明鋼
2	0.08	0.05	1.25	0.013	0.003	0.030	0.01	0.10	—	比較鋼
3	0.07	0.05	1.30	0.013	0.004	0.035	0.06	0.10	—	〃
4	0.08	0.04	1.20	0.013	0.004	0.035	0.03	0.15	Ce:0.010	本発明鋼
5	0.08	0.08	1.10	0.012	0.003	0.040	0.03	0.07	—	比較鋼
6	0.08	0.05	1.20	0.015	0.003	0.035	0.02	0.20	—	〃
7	0.08	0.04	1.25	0.012	0.004	0.035	0.03	0.14	Ca:0.0030 Ce:0.008	本発明鋼

(注) 本発明鋼、比較鋼とは化学成分についてだけの区分である。

【0024】

【表2】

表2 熱延条件と鋼板特性

試験例 No.	供試鋼 No.	熱延条件 (°C)		引張特性			ベイナイト 面積率 (%)	T.S. × El.	λ (%)
		加熱温度	巻取温度	Y. P. (kgf/mm <sup>2</sup> )	T. S. (kgf/mm <sup>2</sup> )	El. (%)			
1	1	1200	500	67.1	72.1	24.3	10	1750	90
2	2	1200	500	62.2	68.4	23.4	35	1600	65
3	3	1200	500	72.3	80.3	20.2	75	1620	70
4	4	1200	450	67.6	75.1	23.2	60	1740	100
5	5	1200	500	59.6	66.2	24.0	35	1590	70
6	6	1200	500	74.7	82.1	19.2	40	1580	68
7	7	1200	500	67.2	72.3	24.5	40	1771	90

【0025】

【表3】

表3 熱延条件と鋼板特性

試験例 No.	供試鋼 No.	熱延条件 (°C)		引張特性			ベイナイト 面積率 (%)	T. S. × E l.	λ (%)
		加熱温度	巻取温度	Y. P. (kgf/mm <sup>2</sup> )	T. S. (kgf/mm <sup>2</sup> )	E l. (%)			
11	1	1150	550	59.5	66.1	25.7	20	1700	81
12	4	1150	500	61.2	68.0	24.9	15	1600	80
13	1	1200	650	57.0	67.0	25.4	0	1700	60
14	4	1200	630	65.1	73.2	23.4	0	1715	55
15	1	1200	R T	72.6	80.7	18.6	75	1500	70
16	4	1200	R T	81.3	90.3	16.8	90	1520	67

【0026】表2から明らかなように、本発明範囲内の熱延条件で得られた本発明鋼（試験例No. 1、4、7）は、本発明範囲内のベイナイト面積率を有し、かつ、強度－伸びバランス（T. S. × E l.）が1700以上と優れているのに対して、比較鋼（試験例No. 2、3、5、6）では本発明範囲内の熱延条件であっても、いずれも強度－伸びバランス（T. S. × E l.）が1600前後以下の低いレベルにとどまっている。

【0027】また、孔抜け性についても、本発明鋼の方が比較鋼に比べて優れている。このことは、単にベイナイトによってだけでは伸びフランジ性が改善されず、T i、N b量によって影響を受けることがわかる。供試鋼No. 2、5は、N b、T iの適性範囲の下限をきっていることから引張強度T. S. が70kgf/mm<sup>2</sup>以下となっている。

【0028】また、表3から明らかなように、加熱温度が本発明範囲の下限をきった低温加熱をすると、試験例No. 11～12からわかるように、本発明鋼であっても、T. S. は70kgf/mm<sup>2</sup>以下と低い。これは、N b、T iの溶体化が十分なされなかったものと考えられる。

【0029】巻取温度が本発明範囲の上限を超えると、試験例No. 13～14からわかるように、ベイナイト率が0%、すなわちフェライト＋パーライト組織となるこ

とから、T. S. × E l. バランスは良いが伸びフランジ性が劣化している。

【0030】一方、巻取温度が過度に低くかつ急冷したためベイナイト面積率が本発明範囲より大きくなると、試験例No. 15～16が示すように、より強度は上昇するが、T. S. × E l. バランスが劣化し、かつ、伸びフランジ性も低いレベルとなっている。

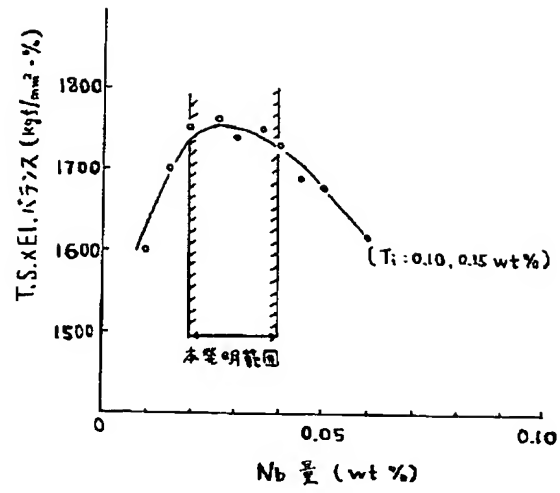
#### 【0031】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明に係るN b、T iを複合添加したポリゴナルフェライト＋ベイナイト二相鋼は、強度－延性バランスがT. S. × E l. ≥1700と優れており、したがって、優れた加工性を維持しながら70kgf/mm<sup>2</sup>以上の引張強度を有するので、通常の冷間加工のみならず高加工を伴うプレス用途にも十分適用できる。また、低炭素当量であることから、スポット溶接、フラッシュパット溶接、アーク溶接などの各種溶接性も優れており、工業的に優れた鋼板である。更に、このように優れた特性を有する高強度熱間圧延鋼板を容易に製造できるので、高強度で加工性が良好な熱間圧延鋼板の要請に十分応えることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】N b添加量がT. S. × E l. バランスに及ぼす影響を示したグラフである。

【図1】



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**